

# КРИТЕРИИ РАЗРУШЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ С ГЕТЕРОФАЗНОЙ СТРУКТУРОЙ

*Морозова А.Н., Чусова Е.Н.*

*Руководители: проф. д.т.н. Фарбер В.М., к.т.н. Хотинев В.А.*  
УРФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург  
zazma7@mail.ru

Исследованы образцы низкоуглеродистых высокопрочных сталей, применяемые для сварных нефтегазовых труб. Структура металла в исходном состоянии (в трубе), представляет собой гетерофазную смесь феррита (70%) и высокодисперсных упрочняющих структурных составляющих (бейнит и мартенсит). Сталь с такой структурой обладает высоким уровнем как прочностных, так и вязко-пластических свойств.

Целью работы является изучение критериев разрушения гетерофазных материалов.

Изучены морфологические особенности (форма, размер, распределение) расщеплений – вторичных трещин на поверхности разрушения образцов Шарпи после испытаний при различных температурах. Совместным анализом характеристик расщеплений (морфологии, количества, площади, занимаемой ими) и энергетических параметров разрушения образцов выявлена их роль в трещиностойкости сварных трубных сталей класса прочности К65 (Х80).

Установлено, что трещиностойкость сталей может быть оценена по температуре появления первых РЩ и темпу нарастания этого процесса с понижением  $T_{\text{исп}}$ .

Показано, что стали с гетерофазной структурой обладают большим запасом вязкости и критерием разрушения является область пластической деформации и наличие расщеплений на поверхности излома.

Область пластической деформации (ОПД) в окрестностях магистральной трещины была изучена на ударных образцах Шарпи, пластинах с краевой трещиной и цилиндрических образцах, подвергнутых одноосному растяжению.

На ударных образцах была металлографически изучена область пластической деформации и установлено, что с понижением температуры испытания площадь этой зоны снижается (рис. 1), это коррелирует со значениями ударной вязкости.



$T_{\text{исп}} = +20^{\circ} \text{C}$



$T_{\text{исп}} = -40^{\circ} \text{C}$

Рисунок 1. Область пластической деформации в образцах Шарпи при различных температурах испытания ( $\times 2$ )

Степень деформации изменяется по высоте образца, что проявляется в форме губ среза, которые присутствуют на образцах Шарпи и пластинах с краевой трещиной после проведения механических испытаний. Кривая степени деформации имеет куполообразный вид (рис. 2).

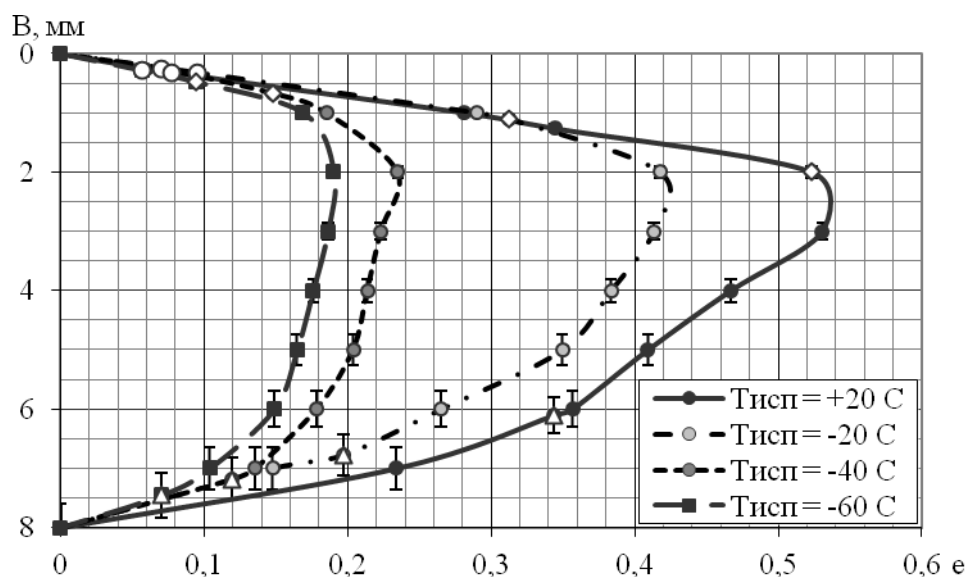


Рисунок 2. Изменение степени деформации (e) по высоте образцов Шарпи испытанных при различных температурах

Максимум кривой (рис. 2) уменьшается по мере снижения температуры, в тоже время стали, имеют большие значения степени деформации и как следствие обладают хорошей трещиностойкостью и уровнем вязкости.

Установлено, что аналогом губ среза у цилиндрических образцов является шейка. Показано что овальность шейки хорошо коррелирует со значениями ударной вязкости, причём наибольшая деформация идет в направлении перпендикулярном направлению прокатки.